

Važnost kitopsine (*Rhincodon typus*) u morskom okolišu

Škrlec, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:101875>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ BIOLOGIJA I TEHNOLOGIJA MORA

Ivana Škrlec

**VAŽNOST KITOPSINE (*Rhincodon typus*) U
MORSKOM OKOLIŠU**

Završni rad

Split, rujan 2023.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ BIOLOGIJA I TEHNOLOGIJA MORA

**VAŽNOST KITOPSINE (*Rhincodon typus*) U
MORSKOM OKOLIŠU**

Završni rad

Predmet: Kralježnjaci mora

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Josipa Ferri

Student:

Ivana Škrlec

Split, rujan 2023.

Sveučilište u Splitu
Sveučilišni odjel za studije mora
Prijediplomski studij Biologija i tehnologija mora

Završni rad

VAŽNOST KITOPSINE (*Rhincodon typus*) U MORSKOM OKOLIŠU

Ivana Škrlec

Sažetak

U ovom završnom radu je opisana važnost kitopsine *Rhincodon typus* Smith, 1828 u morskom ekosustavu. Rad donosi temeljne podatke o ovoj vrsti, njenom staništu, opsežnim migracijama, načinima hranjenja i razmnožavanju. Također, poseban je naglasak stavljen na ulogu kitopsina u morskom ekosustavu, kao što je kontrola prisutnosti planktona te utjecaj na čitavi hranidbeni lanac i njihove uloge u turizmu pojedinih zemalja. Populacija kitopsina je drastično smanjena. Manji broj kitopsina se bilježi zbog prilova, ilegalnog ribolova, zapetljavanja i onečišćenje plastikom.

(18 stranica, 5 slika, 49 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: *Rhincodon typus*, morski ekosustav, fitoplankton, ugroženost

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Josipa Ferri

Ocjenjivači: 1. Doc. dr. sc. Vedran Poljak
2. Izv. prof. dr. sc. Vedrana Nerlović
3. Izv. prof. dr. sc. Josipa Ferri

University of Split
Department of Marine Studies
Undergraduate study Marine Biology and Technology

BSc Thesis

IMPORTANCE OF THE WHALE SHARK (*Rhincodon typus*) IN A MARINE ECOSYSTEM

Ivana Škrlec

Abstract

This paper describes the importance of the whale shark, *Rhincodon typus* Smith 1828, to the marine ecosystem. The work provides basic information about this species, its habitat, its extensive migrations, its feeding habits and its reproduction. Special attention is also given to the role of the whale shark in the marine ecosystem, such as the control of plankton abundance and the impact on the whole food chain, as well as the role of the whale shark for tourism in certain countries. Reduced numbers of whale sharks are recorded due to bycatch, illegal fishing, entanglements and plastic pollution.

(18 pages, 5 figures, 49 references, original in: Croatian)

Keywords: *Rhincodon typus*, marine ecosystem, phytoplankton, endangerment

Supervisor: Josipa Ferri, PhD / Associate Professor

Reviewers:

1. Vedran Poljak, PhD / Assistant Professor
2. Vedrana Nerlović, PhD / Associate Professor
3. Josipa Ferri, PhD, / Associate Professor

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. RAZRADA TEME	2
2.1. Općenito o kitopsinama	2
2.1.1. Izgled i karakteristike	2
2.1.2. Stanište.....	3
2.1.3. Migracije	3
2.1.4. Razmnožavanje	4
2.1.5. Prehrana	5
2.1.6. Osjetila	6
2.1.7. Odnos s ljudima.....	7
2.2. Uloga kitopsine u okolišu	8
2.2.1. Kontrola prisutnosti broja planktona u morima	8
2.2.2. Utjecaj kitopsine na hranidbeni lanac.....	9
2.2.3. Kitopsine i turizam	9
2.2.4. Feces kitopsina	10
2.3. Budućnost kitopsina	11
2.3.1. Antropogeni utjecaji na kitopsine.....	11
2.3.2. Mikroplastika u kitopsini	11
3. ZAKLJUČCI	13
4. LITERATURA	14

1. UVOD

Kitopsina je jedna od najvećih riba na svijetu koja može doseći dužinu od 12 m i težinu od 20 tona. Kitopsine su u oceanima prisutne više od 70 milijuna godina (Green, 2022). Iako imaju slični naziv, kitopsine nisu kitovi i ove vrste ne dijele isti sistematski razred. Naziv kitopsina je proizašao iz činjenice da ova vrsta morskog psa može narasti i kao neke vrste kitova. Ova je vrsta rasprostranjena u većini tropskih i toplo umjerenih mora, osim u Sredozemlju. Njihovo kretanje bi moglo biti povezano s produktivnošću staništa i često su u pratnji plova plave ribe. Znanstvenici nisu u potpunosti sigurni što bi se dogodilo da ova vrsta izumre. Međutim, ako bi došlo do velikog mortaliteta kitopsine, velika je mogućnost za povećanjem broja planktona (Chavez, 2017). Naime, prehrana kitopsina se većinom sastoji od planktona, račića i algi. Stoga je ova vrsta važna za održavanje broja planktona u moru, a u suprotnom bi moglo doći do cvjetanja mora i pomora drugih morskih organizama, čime bise ugrozila ravnoteža ekosustava i bioraznolikost organizama.

Uništenje staništa, mikroplastika u moru, onečišćenje bukom, ilegalni ribolov i zapetljavanje u mreže su najčešće prijetnje koje utječu na opstanak ove vrste. Kitopsina se većinom smatra bezopasnom, ali znanstvenici upozoravaju da se u njihovoj blizini bude oprezan i da se ne provocira s puno fizičkih kontakta (Whale Facts, 2023). Istraživanje je pokazalo da većina ozljeda nastalih na ljudima su zapravo slučajne ozljede nastale udarcem repa kitopsine, dok za namjerne ozljede nema još dokaza (Dhiyassalam i sur., 2019).

U posljednjih 40 godina populacija kitopsina vjerojatno se smanjila za čak 50%, što ih stavlja na listu prioriteta za očuvanje životinja, odnosno na popis crvene knjige, što znači da su izloženi velikom riziku od izumiranja. Svi bi mi trebali imati ulogu u zaštiti kitopsina kako ne bi došlo do izumiranja istih. Kitovi usani zajedno s kitopsinama imaju ključnu ulogu u održavanju zdravog oceanskog ekosustava. Feces kitopsina sadrži hranjive tvari koje služe za prehranu fitoplanktona (Stokes, 2022). O fitoplanktonima ovisi i proizvodnja polovice nastalog kisika na Zemlji, a doprimose smanjenju CO₂, što je još jedan dokaz njihovoj važnosti.

2. RAZRADA TEME

2.1. Općenito o kitopsinama

2.1.1. Izgled i karakteristike

Kitopsina, *Rhincodon typus* Smith, 1828 ima oblikovano tijelo, spljoštenu glavu, velike škrge i široka usta. Boja kože im varira između sivo-smeđe s bijelim točkama i blijedim prugama koje su jedinstvene za svaku jedinku (Slika 1). Trbuh im je bijele boje. Dvije leđne peraje nalaze se blizu stražnjeg dijela tijela koje završava repnom perajom (Chavez, 2017). Imaju male okrugle oči s kružnom zjenicom koje su postavljene bočno s obje strane glave, dajući tako ribi široko vidno polje (Hueter i sur., 2004).



Slika 1. Kitopsina (izvor: Stafford-Deisch, 2022).

Ova vrsta pripada porodici Rhincodontidae, redu Orectolobiformes koji ima 42 vrste (Compagno, 1973). Podrijetlo ovog morskog psa potiče od prije 70 milijuna godina, kada su se morski psi počeli pojavljivati u morima (Green, 2022).

Nedavna istraživanja su korištenjem mitohondrijske DNA i mikrosatelitske analize pokazala da postoje dvije subpopulacije kitopsina. Jedna živi u Indo-pacifičkom oceanu, a druga populacija u Atlantskom oceanu (Castro i sur., 2007).

2.1.2. Stanište

Za razliku od morskih pasa iz reda *Orectolobiformes* koji su bentoske vrste, kitopsina je jedina pelagička vrsta. Kitopsine vole površinsku temperaturu mora između 21-25 °C gdje se miješaju struje bogate nutrijentima s toplom površinom mora saliniteta 34-35,5‰. (Iwasaki, 1970). Često su na pučini te se približavaju obali, a ponekad idu u lagune ili koraljne atole. Također, često se kreću prema kopnu Ekvadora i putuju južno do ruba kontinentalnog pojasa kod Perua jer su ta morska područja izuzetno bogata planktonom. Osim potrage za hranom, moguće je da tu pronadu i partnera.

Informacije o kratkoročnim kretanjima kitopsine dobivene su akustičnim telemetrijskim sustavom koristeći jedan arhivski uređaj (Colman, 1997). Arhivski uređaj se stavi na ribu i prikuplja informacije o kretanju ribe (npr. migracije, korištenje staništa, preživljavanje) i bilježi podatke kao što su salinitet, temperatura i dubina mora u kojoj označene jedinke plivaju. Brzina plivanja kitopsine se kretala približno od 0,1 do 1,5 ms⁻¹, a najbrže kretanje je bilo zabilježeno tijekom noći. Podaci su također otkrili da su kitopsine izvršile mnogo urona tijekom 24-satnog razdoblja i to do čak 90 m dubine. Izgleda da ponašanje jedinki tijekom ronjenja nije povezano s termoklinom, jer jedinke koje su bile akustički praćene većinu su vremena provodile iznad termokline, a jedinke koje su bile označene isključivo s arhivskim uređajem su provodile dane iznad termokline, a noći unutar ili ispod termokline. Neki podaci su otkrili da su na površini iznad grebena kitopsine kružile za vrijeme oseke u području laguna, vjerojatno zbog plijena (Colman, 1997).

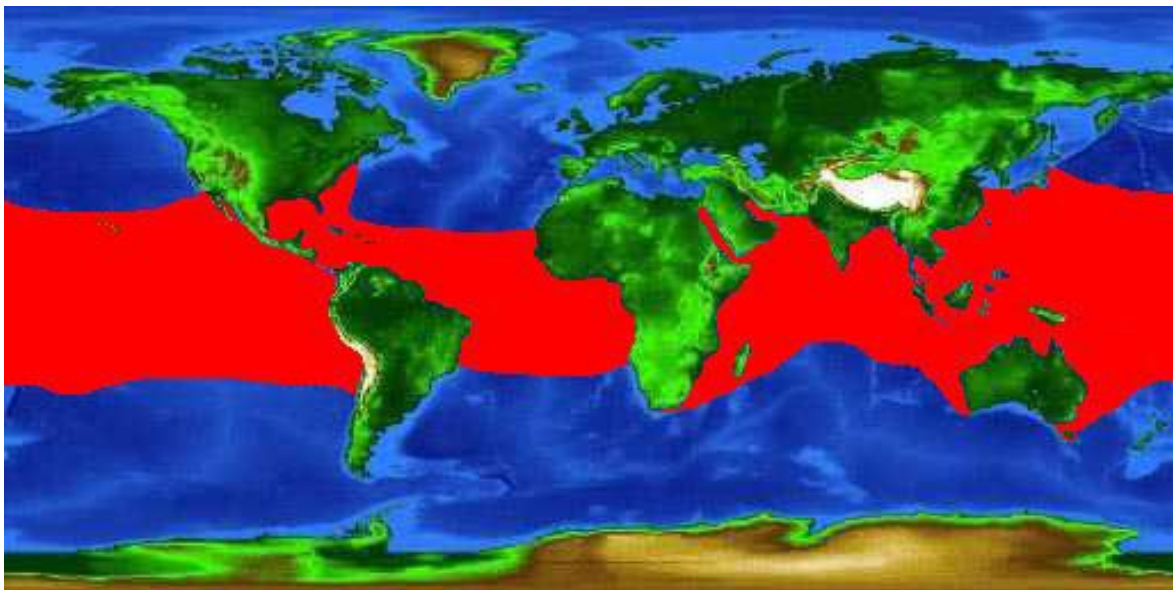
Zbog svoje veličine, uobičajene terenske metode istraživanja se teško mogu primijeniti na kitopsinama. Razlog tome je što migriraju po ogromnim područjima vodenog stupca i većinu života provode daleko od područja gdje su ljudi pa im je teško pristupiti kako bi se mogli proučavati (Green, 2022). Nije baš sigurno ni gdje se razmnožavanje odvija. Čak i uz modernu tehnologiju, nije ih moguće pratiti dok rone na velike dubine (Green, 2022).

2.1.3. Migracije

Kitopsine se protežu u većini tropskih i toplo umjerenih mora osim u Sredozemlju (Slika 2). Nalaze se u Tihom oceanu od Čilea do Kalifornije, od Japana do Australije i uz obalu Havaja. U Atlantiku ih ima od New Yorka do Brazila i od Gvinejskog zaljeva do Senegala u Africi te u području Indijskog oceana i od Crvenog mora do Arapskog zaljeva

(Sequeira i sur., 2013). U obalnim područjima se često nalaze mladi mužjaci morskih pasa u velikim skupinama (Rohner i sur., 2013). Ova vrsta pokazuje odanost mjestu kojem se stalno vraćaju radi hranjenja, te su vrlo migratorni s dnevnim kretanjem od 24-28 km (McCoy sur., 2018). Kretanje bi moglo biti povezano s produktivnošću u okolišu i često su u pratnji plova plave ribe koje se vjerojatno hrane istim organizmima kao i kitopsina.

Svakog ožujka i travnja kitopsine se okupljaju na kontinentalnom pojasu središnje zapadne obale Australije, pogotovo pokraj grebena Ningaloo (Fitzpatricki sur., 2006). Tu je napravljeno istraživanje kako bi se dobile informacije o kratkotrajnom kretanju i ponašanju kitopsina (Martin, 2007).



Slika 2. Rasprostranjenost kitopsine označena crvenom bojom (izvor: Florida Museum, 2020).

Njihovo kretanje je povezano s rastom lokalne produktivnosti planktona, vremenom mrijesta beskralježnjaka i plovama sitnih riba, te promjenom struja, temperature mora, vjetrova i drugih okolišnih parametara (Compagno, 1984).

2.1.4. Razmnožavanje

Pretpostavlja se da su pojave kitopsina oko grebena Ningalooza vrijeme jesenskog razdoblja povezane s visokom razinom produktivnosti planktona koje je popraćeno s razmnožavanjem koralja nakon ožujka (Babcock i sur., 1994). U nešto širem području, vrsta

je bila pronađena u umjerenom broju oko Ningaloo grebena dva tjedna prije mriješta koralja i primarne produktivnosti planktona (Gunn i sur., 1999).

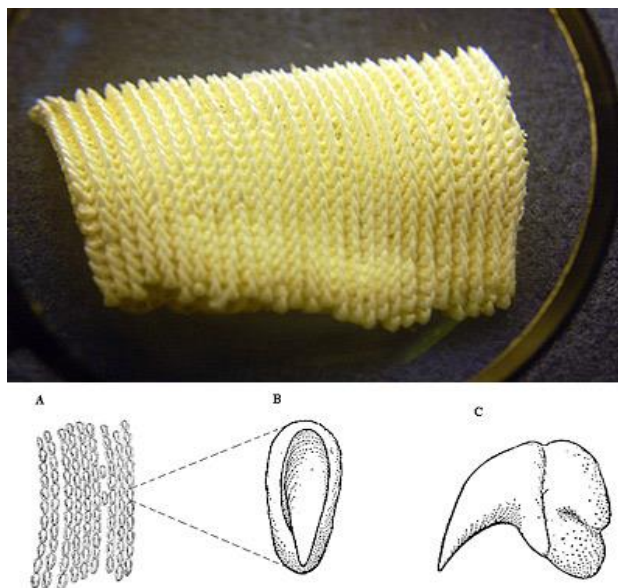
Još uvijek ostaje pitanje gdje bi ženke mogle izleći žive mlade i gdje mladi žive prvih par godina (Green, 2022). U srpnju 1995., ženka kitopsine dugačka otprilike 11 m je bila ulovljena harpunom uz istočnu obalu Tajvana. Dvije maternice u ovoj ženci su sadržavale 300 embrija 42-63 cm duljine (Compagno, 2005). Navedeni pronalazak je dokazao živorodnost vrste, s ovoviviparnim načinom razvoja. Jajne kapsule su bile glatke teksture, jantarne boje i s respiratornim pukotinama sa svake strane. Može se reći da je jugoistočni dio Tajvana važno područje za kitopsine tijekom ljetnih mjeseci (Chang i sur., 1997).

2.1.5. Prehrana

Kitopsine nisu aktivni lovci za razliku od drugih morskih pasa koji napadaju i trgaju svoj plijen zubima. Iako su najveća riba na svijetu, hrane se sitnim životinjama i biljkama uključujući planktone, kril, račiće, srdele, ličinke i alge. To rade otvaranjem usta te guranjem čeljusti van i usisavanjem vode, potom zatvore usta i vodu puste da prođe preko škrga.

Između zatvaranja usta i otvaranja škržnih pukotina, sićušne životinje su zarobljene u sitastoj strukturi koje čine ljuste nalik zubima koje se nazivaju dentikuli (Chavez, 2017). Dentikuli se sastoje od snažne središnje kobilice s režnjastim stražnjim rubom (Slika 3). Vjerojatno je da su ti posebni „zubi“ hidrodinamički važni u pelagičnom načinu života (Martin, 2007).

Probava kitopsina je poprilično učinkovita. Međutim, ako se neke neprobavljive tvari nađu u njihovom želucu, s vremenom se neizbježno nakupljaju i iritiraju organizam. U navedene tvari spadaju kosti, perje ptica ili drugi ostaci poput smeća koje je kitopsina slučajno progutala. U svrhu uklanjanja navedenih tvari, može doći do privremenog izbacivanja želuca iz tijela kroz usta procesom koji se naziva gastrična everzija. Sve što se nalazilo u želucu se izbacuje natrag u ocean. Nakon toga se ispražnjeni želudac usisava natrag, a jedinka nastavlja dalje plivati kao da se ništa nije dogodilo. Želudac mogu koristiti i u svrhu zastrašivanja uočene prijetnje ili bijega. Osim što ovim putem izbacuju neprobavljive tvari, kitopsine će se ovako ponašati kada su izložene visokoj razini stresa (Stokes, 2022).



Slika 3. Zubi kitopsine: gornji redovi zuba (A), pogled odozgo na jedan gornji zub (B) i bočni pogled jednog gornjeg zuba (C) (izvor: Florida Museum, 2020).

2.1.6. Osjetila

Rhincodon typus posjeduje najveće unutarnje uho u životinjskom carstvu (Muller, 1999). Što se tiče detekcije zvuka, baš zbog ovoga bi trebali biti najosjetljiviji na zvukove dugih valnih duljina i niske frekvencije (Myrberg, 2001). Polukružni kanali u uhu su ipak vrlo osjetljivi na kutno ubrzanje, a iako su jako velike veličine, nije sigurno imaju li učinak na osjet ravnoteže.

Rhincodon typus posjeduje i mehano-osjetilni sustav bočne pruge koja je slična za sve morske pse, ali njena uloga kod ove vrste ostaje uglavnom nepoznata. Bočna pruga morskim psima omogućuje da reagiraju na vodene struje (reotaksija), kao što je to dokumentirano za većinu pelagičkih vrsta (Hodgson i Mathewson, 1971; Kleerekoper, 1978) i čak kod nekoliko vrsta morskih pasa koji žive na samom dnu (Peach, 2002). Sličan odgovor na struje je bio praćen u *R. typus* satelitskim oznakama sa Sejšela (Rowat i Gore, 2007) i Tajvana (Hsui sur., 2007), ali još nije poznato u kolikoj je mjeri ovo osjetilo razvijeno.

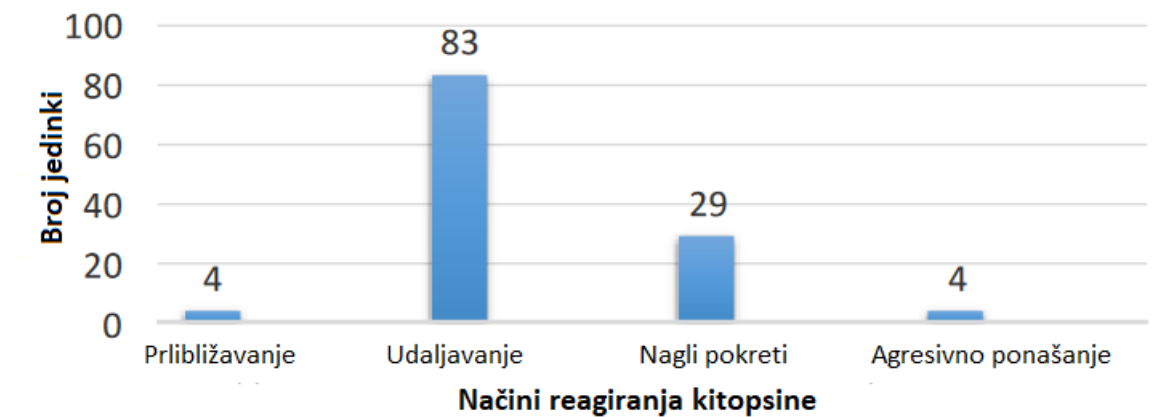
Još jedno osjetilo koje kitopsine posjeduju su Lorencinijeve ampule, male pore koje se nalaze s donje strane glave. One inače služe za otkrivanje slabih električnih i magnetskih polja (Bleckmann i Hofmann, 1999) te se koriste kao navigacijska pomoć, a također se dokazala i u drugih vrsta morskih pasa kao što su *Negaprion brevirostris* (Kalmijn, 1984),

Sphyrna lewini (Griffith i Smith, 1834; Klimley, 1993) i *Prionace glauca* (Carey i Scharold, 1990). Dok je sigurno da *R. typus* posjeduje Lorencinijeve ampule, njihova točna uloga kao elektro-magnetskog osjetila tek treba biti dokazana. Pokazalo se također da Lorencinijeve ampule mogu detektirati sićušna bioelektrična polja u nekih vrsta morskih pasa pa tako mogu pronaći skriveni plijen (Kalmijn, 1984). Ovo osjetilo se pokazalo učinkovitim u otkrivanju planktonskog plijena u rijeci Mississippi za Američku veslokljunku (*Polyodon spathula*) (Walbaum, 1792; Wilkens i Hofmann, 2007) ali ova sposobnost nije dokazana za *R. typus*, iako je moguće da Lorencinijeve ampule za kitopsine imaju ulogu u hranjenju i hvatanju plijena.

2.1.7. Odnos s ljudima

U prošlosti, kitopsine su bile od malog interesa za ulov, jer ne predstavljaju nikakvu prijetnju niti postoji velika potreba za njihovim proizvodima. Bilo je nekoliko slučajeva kako su kitopsine nenamjerno udarale u čamce, ali općenito su više izloženi riziku od udara plovila dok se hrane na površini ili plivanju blizu površine (Smith, 1967).

Standardna operacijska procedura (SOP) je bila provedena u svrhu proučavanja odnosa sa životinjama u divljini, u ovom slučaju kitopsina. U ovom proučavanju pomoglo je nekoliko turista iz Australije, Njemačke, Engleske, Francuske, Španjolske i Indonezije. Bilo je interakcija sa sto dvadeset kitopsina kao što su dodirivanje, fotografiranje uz bljesak, glasno pričanje i hranjenje kitopsine. Dobiveni rezultati, odnosno reakcije kitopsina u navedenim interakcijama su bili: približavanje, udaljavanje te nagli i agresivni pokreti kitopsine (Slika 4). Većina kitopsina se ipak udaljila od turista. Na osnovu provedenog istraživanja bi se moglo zaključiti da kitopsine ne vole dodir, a prečesto dodirivanje kitopsine bi moglo negativno utjecati na njihovo ponašanje. Ovim putem, čovjek je u mogućnosti i prenijeti bakterije sa svojih ruku na životinju, što bi moglo loše utjecati na zdravlje same kitopsine. Dodirivanje kitopsine nije samo uznemiravanje životinje, već može zadati i ozljede turistima. Prethodna studija je objavila posljedice kao što su slučajne ozljede nastale udarcem repa, ali nema dokaza da je životinja namjerno zadala ozljedu (Dhiyassalami sur., 2019).



Slika 4. Reakcije kitopsine na dodir, odnosno interakciju s ljudima (izvor: Dhiyassalam i sur., 2019).

2.2. Uloga kitopsine u okolišu

2.2.1. Kontrola prisutnosti broja planktona u morima

Kitopsine kontroliraju plankton, odnosno održavaju razinu planktona u oceanima i sprječavaju im velik rast hraneći se njima inače bi u suprotnom mogao nastati negativan učinak na morski okoliš. Kitopsine mogu konzumirati i više od 20 kilograma hrane dnevno. Kada je ocean bogat planktonom, to upućuje da je more puno hranjivih tvari i da je ekosustav zdrav. Budući da kitopsine vole mora puna planktonom, njihova prisutnost dobar je pokazatelj zdravog morskog ekosustava (Green, 2022). Planktoni su mikroskopski organizmi koji žive blizu morske površine te su primarni proizvođači u ekosustavu. Ukoliko populacije planktona postanu prevelike, može doći do štetnog cvjetanja algi koje bi blokiralo sunčevu svjetlost za morske cvjetnice i alge koje imaju ulogu u fotosintezi. Kada planktoni u tim cvjetanjima umiru, to se događa u velikom broju. Njihovom razgradnjom snižava se razina kisika što dovodi do gušenja riba i ugrožavanja drugih morskih organizama (Brotoisworo, 2016).

Općenito, morski psi su na vrhu hranidbenog lanca te nemaju grabežljivce, a to im omogućuje da reguliraju broj drugih grabežljivaca unutar oceana, ali kraj grebena Ningaloo zabilježeno je da bijela psina (*Carcharodon carcharias*) i tigrasti morski pas (*Galeocerdo cuvier*) napadaju kitopsine kada su u skupini (Fitzpatrick i sur., 2006).

2.2.2. Utjecaj kitopsine na hranidbeni lanac

Znanstvenici su uočili da kada top grabežljivac nestane iz ekosustava, populacija plijena tih grabežljivaca brzo raste. To može potencijalno ugroziti morsku bioraznolikost i zdravlje ekosustava budući da bi naglo smanjenje populacije morskih pasa pogodovalo rastu populacije drugih predatora i posljedično smanjenju plijena u oceanu. Teško je provesti istraživanje o ulozi morskog psa u ekosustavu pa znanstvenici nisu sigurni što bi se dogodilo ako bi morski psi izumrli. Međutim, znanstvenici tvrde da bi moglo doći do povećanja broja tuljana, morskih lavova i malih kitova ako morski psi izumru. Ako kitopsina izumre, moglo bi doći do povećanja planktona (Chavez, 2017).

Rhincodon typus se trenutno smatra ranjivom vrstom zbog male populacije te se još uvijek lovi u nekim dijelovima svijeta. Iako su kitopsine znatno veće od većine životinja u oceanu, ponekad se suočavaju s prijetnjama drugih morskih pasa i kitova ubojica. Procjenjuje se da zdrave kitopsine mogu doživjeti 60 godina, ali to još nije utvrđeno (Colman, 1997).

Studije su pokazale da *R. typus* ima negativne učinke na veće pelagičke ribe i morske ptice, a pozitivno djeluje na Lutjanidae i ribe svejede. S druge strane, skupine koje su imale negativan učinak na kitopsine su bili meki koralji, mala bentoska epifauna i srednje grebenaste ribe karnivori. Nasuprot tome, skupine koje imaju dobar učinak na kitopsine su bili zooplankton, fitoplankton i detritus.

2.2.3. Kitopsine i turizam

Kitopsine su glavna turistička atrakcija u mnogim dijelovima svijeta, poput Donsola u Filipinima i u zaljevu Cenerawasih u istočnoj Indoneziji. U Australiji se vrijednost svake žive kitopsine procjenjuje na 282.000,00 australskih dolara. Nastala su brojna radna mjesta u lokalnim zajednicama i uočen je posljedični rast gospodarstva. Nakon što su kitopsine zakonski zaštićene na Filipinima 1998., prosječno je došlo 7500 posjetitelja u grad Donsol, Filipini kako bi vidjeli kitopsine. Od 2002. godine otvoreno je više od 300 radnih mjesta, te je više od 200 ribara dobilo stalno zaposlenje kao vodiči radi ekoturizma povezanog s kitopsinama (Brotoisworo, 2016).

Postoje značajni prostori gdje bi se turistički objekti više mogli pridružiti u potpori istraživačkim aktivnostima i skupljanju rutinskih podataka o kitopsinama, a to se još uvijek radi samo na par područja (Mau i Wilson, 2008). Uspoređivanje tih podataka po regijama, kao

što je bilo učinjeno u Indijskom oceanu, moglo bi popuniti praznine u poznavanju ponašanja kitopsina (Brooks i sur., 2010) .

2.2.4. Feces kitopsina

Tijelo kitopsine apsorbira potrebne hranjive tvari, a ostatak izbacuje u oblaku fecesa. Znanstvenici i ronionici su opazili za neke morske pse, uključujući kitopsine da prave neobične pokrete tijelom tijekom procesa ekskrecije. Izlučevina izgleda poput oblaka na površini mora (Slika 5). Vjerojatno je da kretanje gore-dolje potiče pomicanje fecesa i pomaže da se u potpunosti ukloni iz organizma. Često se vide i male ribe koje plivaju prema izlučevini kako bi pojele neke preostale čestice.



Slika 5. Feces kitopsine (izvor: Heinrichs, 2011).

Feces je primarno tekućina, ali može ponekad biti i u čvrstom stanju. Inače, ako bi se promatralo kitopsinu pri izlučivanju u moru, na boju fecesa može utjecati dubina mora. Znanstvenici su prvi put iz zraka promatrali ekskreciju kitopsine blizu površine. Opazili su duguljasti zeleni oblak fecesa koji se nalazio nekoliko metara iza organizma. Također, može se pretpostaviti sadržaj fecesa na temelju kemijskog sastava.

Prehrana isto može utjecati na izgled fecesa, jer su neki morski psi vršni grabežljivci, a drugi filtriraju hranu. Znanstvenici proučavaju feces kitopsina jer im to može

reći mnogo o prehrani vrste te njihov feces nazivaju "znanstvenim zlatom". Navedeni pokazatelji se koriste kako bi se potvrdilo gdje se životinja hrani i kakvo je zdravlje ekosustava. Promatranjem populacije morskih pasa za vrijeme duljeg razdoblja mogu se tako primijetiti i procijeniti promjene u prehrani (Stokes, 2022).

2.3. Budućnost kitopsina

2.3.1. Antropogeni utjecaji na kitopsine

Kitopsine se suočavaju s nekoliko prijetnji koje bi mogle utjecati na njihov opstanak. Neke od najčešćih su onečišćenje bukom, degradacija ili uništenje staništa, sudari s brodovima/čamcima i ometanja pri migracijama (Whale Facts, 2023).

Onečišćenje bukom može ometati kitopsinu pri primanju vibracija iz okoline. Ne stvaraju zvukove pri komunikaciji, već osjete vibracije zvuka koji im može pomoći da nađu plijen ili druge morske organizme. Degradacija ili uništenje staništa se događa u područjima gdje se odvija gospodarstvo što često rezultira velikim građevinskim radovima koji mogu ugroziti stanište. Zagađenje voda i otpad također mogu pridonijeti uništenju morskog staništa što može izravno utjecati na zdravlje kitopsina ili neizravno, "trovanjem" hrane i mora. Ometanje pri migracijama također je navedeno kao moguća prijetnja budući da kretanje kitopsine od određenih područja ili drugih jedinki može negativno utjecati na reprodukciju i veličinu populacije u određenim staništima (Whale Facts, 2023).

2.3.2. Mikroplastika u kitopsini

Neppravilno upravljanje otpadom predstavlja primarni izvor plastičnog morskog otpada s procijenjenim godišnjim unosom od približno 5-13 milijuna tona plastičnog materijala u oceane (Jambeck i sur., 2015). Megafauna koja se hrani „filtriranjem“ mogla bi biti ugrožena ovim oblikom onečišćenja jer njihov način hranjenja zahtijeva filtraciju stotina do tisuća kubičnih metara vode (Germanov i sur., 2018).

Iako prosječni promjer filterskih jastučića teoretski može biti prihvatljiv za manju mikroplastiku (< 1,2 mm) (Motta i sur., 2010), kitopsine mogu naići i na manje čestice kao što su riblja jaja (0,75–0,78 mm) (Heyman i sur., 2001). Štoviše, izotopske analize su pokazale da

je prehrana kitopsine raznolika, npr. škampi, kopepodi i miktofidne ribe – plijen za koji se navodi da guta mikroplastiku (Rohner i sur., 2013).

Iako je onečišćenje mikroplastikom u žarišnim točkama onečišćenja izmjerenih u jugoistočnoj Aziji i Kini, procjena je da kitopsina unese 14 000 čestica mikroplastike na dan. U kolikoj mjeri gutanje mikroplastike utječe na cjelokupno zdravlje ove ugrožene vrste, ostaje otvoreno pitanje. Kitopsine ne gutaju mikroplastiku samo izravno iz vode, već se daljnja konzumacija može dogoditi putem trofičkog prijenosa (Carbery i sur., 2018). Prethodna procjena izloženosti kitopsine mikroplastičnom onečišćenju oslanjala se na neizravne rezultate postojanih organskih zagađivača (POP) u uzorcima biopsije kože (Fossi i sur., 2017). Slična su se istraživanja provodila i za druge megafaune koje se hrane filtracijom kao što su kitovi perajari i velike psine (Fossi i sur., 2012).

Iako oportunističko uzorkovanje nije pomoglo u razmatranju makroplastike, prijašnje analize sadržaja želuca nasukanih jedinki pokazale su da kitopsine gutaju i makroplastiku, poput slamki za piće i sličnih predmeta (Haetrakul i sur., 2009; Matsumoto i sur. 2017; Abreo i sur., 2019). Dok Abreo i sur. (2019) nisu pronašli znakove potencijalnih problema prouzrokovanih progutanom plastikom, Haetrakul i sur. (2009) su prijavili razderotine želuca, a Matsumoto i sur. (2017) povezali su makroplastiku s opstrukcijom pilorusa i konačnom smrću kitopsine.

Tijekom posljednjih 40 godina populacija kitopsina navodno se smanjila za 50%, što ih čini visoko na listi prioriteta za očuvanje životinja. Zapravo, IUCN ih je označio na popisu crvene knjige, što znači da su izloženi velikom riziku od globalnog izumiranja, a svi mi bi trebali imati ulogu u zaštiti ovih organizama.

Od 1980-ih, kitopsine su od usputnog ulova postali ciljane vrsta u 1990-ma. Kako broj drugih vrsta morskih pasa opada zbog neselektivnog ribolova, ulje i peraje kitopsina postaju sve vrijednije unatoč njihovom "zaštićenom" statusu (Green, 2022). Podaci ukazuju na opći pad svih populacija kitopsina koje se trenutno proučavaju, ali kao i kod mnogih drugih pelagičkih megafauna, točne brojke je vrlo teško procijeniti. Prijetnje su većinom antropogene (ilegalni ribolov, prilov, zapetljavanje, udari plovila i onečišćenje plastikom). Mnogi od njih su tihi i nevidljivi ubojice koji prolaze nezabilježeno (Green, 2022).

3. ZAKLJUČCI

Kitopsina je jedna od najvećih riba u svijetu koja živi u tropskim i toplo umjerenim morima, osim u Sredozemnom moru. Ova vrsta ima veliku ulogu u održavanju broja planktona u moru jer bi inače nastalo nekontrolirano cvjetanje mora koje bi moglo dovesti do pomora brojnih morskih organizama. Nestanak kitopsina bi ugrozilo bioraznolikost i općenito zdravlje morskog ekosustava. Područja u kojima su prisutne kitopsine su pokazatelj zdravog morskog okoliša. Osim reguliranja broja planktona, vrsta je od koristi fitoplanktonu zbog korištenja hranjivih tvari. Fitoplankton koristi CO₂ pri procesu fotosinteze koji će kasnije poslužiti za stvaranje više od pedeset posto kisika u atmosferi. Kitopsine nisu česti plijen drugim većim morskim organizmima, ali su zato ugroženi zbog plastike u moru, uništenja njihovog staništa, zvučnog onečišćenja, zapetljavanja u mreže i prilova. Navedene situacije smetaju kitopsinama prilikom migracija, razmnožavanju i potrazi za hranom. Kitopsine su postali velika atrakcija i došlo je do otvaranja radnih mjesta i rasta gospodarstva vezanih za ekoturizam kitopsina, a neka područja s turističkom aktivnosti financiraju praćenje i istraživačke programe koji se odnose na ove važne vrste.

4. LITERATURA

- Abreo NAS, Blatchley D, Superio MD. 2019. Stranded whale shark (*Rhincodon typus*) reveals vulnerability of filter-feeding elasmobranchs to marine litter in the Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 141:79–83.
- Babcock RC, Wills BL, Simpson CJ. 1994. Mass spawning of corals on Western Australian reef. *Coral Reefs*, 13: 161-169.
- Bleckmann H, Hofmann MH. 1999. Special senses. U: Hamlett WC (ur.), *Sharks, Skates and Rays: The Biology of Elasmobranch Fishes*. University Press, Baltimore, MD, str. 300–328.
- Brooks KS, Rowat D, Pierce SJ, Jouannet D, Vely M. 2010. Seeing Spots: Photo Identification as a Regional Tool for Whale Shark Identification. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 9(2): 185-194.
- Brotoisworo P. 2016. Whale Shark: The Gentle Giant. Dostupno sa: <https://ctisoutheastasia.wordpress.com/2016/05/30/whale-shark-the-gentle-giant/>, pristupljeno: lipanj 2023.
- Carbery M, O'Connor W, Palanisami T. 2018. Trophic Transfer of Microplastics and Mixed Contaminants in the Marine Food Web and Implications for Human Health. *Environment International*, 115: 400–409.
- Carey FG, Scharold JV. 1990. Movements of Blue Sharks (*Prionace glauca*) in depth and course. *Marine Biology*, 106: 329–342.
- Castro ALF, Stewart BS, Wilson, SG, Hueter RE, Meekan MG, Motta PJ, Bowen BW, Karl SA. 2007. Population genetic structure of Earth's largest fish, the whale shark (*Rhincodon typus*). *Molecular Ecology*, 16(24): 5183-5192.
- Chang WB, Leu MY, Fang LS. 1997. Embryos of the Whale Shark, *Rhincodon typus*: Early Growth and Size Distribution. *Copeia*, 2: 444-446.
- Chavez F. 2017. Why Are Whale Sharks Important to Our Ecosystem? Dostupno sa: <https://sciencing.com/whale-sharks-important-ecosystem-10065229.html>, pristupljeno: lipanj, 2023.
- Colman JG. 1997. A review of the biology and ecology of the whale shark. *Journal of Fish Biology*, 51: 1219-1234.
- Compagno LJV. 1973. Interrelationships of living elasmobranchs. U: Greenwood PH, Miles RS, Patterson C (ur.), *Interrelationships of Fishes*, Academic Press, London, str. 15-61.

- Compagno LJV. 1984. Sharks of the world. FAO Fisheries Synopsis, 125(4): 209–211.
- Compagno LJV, Dando M, Fowler S. 2005. A Field Guide to the Sharks of the World. London: Harper-Collins Ltd., London, 368 str.
- Dhiyassalam I, Kamal MM, Fachrunnisa R. 2019. Human-Whale Shark Interaction: An Inquiry into Standard Operational Procedure (SOP) for Tourist in Papua and East Java. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 276: 5-6.
- Fitzpatrick B, Meekan M, Richards A. 2006. Shark attacks on a whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef, Western Australia. Bulletin of Marine Science, 78(2): 397-402.
- Florida Museum. 2020. *Rhincodon typus*. Dostupno sa: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/rhincodon-typus/>, pristupljeno: lipanj, 2023.
- Fossi MC, Panti C, Guerranti C, Coppola D, Giannetti M, Marsili L, Minutoli R. 2012. Are baleenwhales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). Marine Pollution Bulletin, 64(11): 2374–2379.
- Fossi MC, Bains M, Panti C, Galli M, Jiménez B, Muñoz-Arnanz J, Marsili L, Finioia MG, Ramírez-Macías D. 2017. Are whale sharks exposed to persistent organic pollutants and plastic pollution in the Gulf of California (Mexico)? First ecotoxicological investigation using skin biopsies. Comparative Biochemistry and Physiology Part - C Toxicology & Pharmacology, 199: 48–58.
- Germanov ES, Marshall AD, Bejder L, Fossi MC, Loneragan NR. 2018. Microplastics: No Small Problem for Filter-Feeding Megafauna. Trends in Ecology & Evolution, 33(4): 227–232.
- Green J. 2022. The Presence of Whale Sharks is a Good Indicator of a Healthy Marine Ecosystem. Dostupnosa: <https://www.galapagos.org/newsroom/whale-shark-study/>, pristupljeno: lipanj, 2023.
- Gunn JS, Stevens JD, Davis TLO, Norman BD. 1999. Observations on the short term of movements and behavior of whale sharks (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef, Western Australia. Marine Biology, 135: 553–559.
- Haetrakul T, Munanansup S, Assawawongkasem N, Chansue N. 2009. A case report: stomach foreign object in whale shark (*Rhincodon typus*) stranded in Thailand. Proceedings of the 4th International Symposium on SEASTAR2000 and Asian Bio-logging Science, Kyoto University, str. 83-85.
- Heinrichs S. 2011. Blue Sphere Media. Dostupno sa: <https://bluespheremedia.files.wordpress.com/2011/07/2011-07-21at09-42-23-6169.jpg>, pristupljeno: svibanj, 2023.

- Heyman WD, Graham RT, Kjerfve B, Johannes RE. 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Marine Ecology Progress Series*, 215: 275–282.
- Hodgson ES, Mathewson RF. 1971. Chemosensory orientation in sharks. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 188: 175–181.
- Hsu HH, Joung SJ, Liao YY, Liu KM. 2007. Satellite tracking of young whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Northwestern Pacific. *Fisheries Research*, 84: 25–31.
- Hueter RE, Mann DA, Maruska KP, Sisneros JA, Demski LS. 2004. Sensory biology of elasmobranchs. U: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR, (ur.), *Biology of Sharks and Their Relatives*, Louisiana State University, CRC Press, Boca Raton, FL, str. 325–368.
- Iwasaki, Y. 1970. On the distribution and environment of the whale shark, *Rhincodon typus*, in skipjack fishing grounds in the western Pacific Ocean. *Journal of the College of Marine Science and Technology*, 4: 37–51.
- Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347: 768–771.
- Kalmijn AJ. 1984. Theory of electromagnetic orientation: a further analysis. U: Bolis L, Keynes RD, Maddrell SHP (ur.), *Comparative Physiology of Sensory Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, str. 525–560.
- Kleerekoper H. 1978. Chemoreception and its interaction with flow and light perception in the locomotion and orientation of some elasmobranchs. U: Hodgson ES, Mathewson RF (ur.), *Sensory Biology of Sharks, Skates and Rays*. Office of Naval Research, Arlington, VA, str. 269-329.
- Klimley AP. 1993. Highly directional swimming by scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, and subsurface irradiance, temperature, bathymetry, and magnetic-field. *Marine Biology*, 117: 1–22.
- Martin RA. 2007. A review of behavioral ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*). *Fisheries Research*, 84(1): 10-16.
- Matsumoto R, Toda M, Matsumoto Y, Ueda K, Nakazato M, Sato K, Uchida S. 2017. Notes on husbandry of whale sharks, *Rhincodon typus*, in aquaria. U: Smith M, Warmolts D, Thoney D, Hueter R, (ur.), *Elasmobranch Husbandry Manual II: Recent Advances In the Care of Sharks, Rays and their Relatives*. Special publication of the Ohio Biological Survey, Columbus, OH, str. 15–22.

- Mau R, Wilson E. 2008. Industry trends and whale shark ecology based on tourism operator logbooks at Ningaloo Marine Park. U: Conference Overview, Abstracts and Supplementary Proceedings, The First International Whale Shark Conference: Promoting International Collaboration in Whale Shark Conservation, Science and Management. Irvine TR, Keesing JK (ur.), CSIRO Marine and Atmospheric Research, Perth, Australia, str. 81.
- McCoy E, Burce R, David D, Aca EQ, Hardy J, Labaja J, Snow SJ, Ponzio A, Araujo G. 2018. Long-Term Photo-Identification Reveals the Population Dynamics and Strong Site Fidelity of Adult Whale Sharks to the Coastal Waters of Donsol, Philippines. *Frontiers in Marine Science*, 5: 271.
- Motta PJ, Maslanka M, Hueter RE, Davis RL, de la Parra R, Mulvany SL, Habegger ML, Strother JA, Mara KR, Gardiner JM, Tyminski JP, Zeigler LD. 2010. Feeding anatomy, filter-feeding rate, and diet of whale sharks *Rhincodon typus* during surface ram filter feeding off the Yucatan peninsula, Mexico. *Zoology*, 113(4): 199–212.
- Muller M. 1999. Size limitations in semicircular duct systems. *Journal of Theoretical Biology*, 198: 405–437.
- Myrberg Jr AA. 2001. The acoustical biology of elasmobranchs. *Environmental Biology of Fishes*, 60: 31–45.
- Peach MB. 2002. Rheotaxis by epaulette sharks, *Hemiscyllium ocellatum* (Chondrichthyes: Hemiscylliidae), on a coral reef flat. *Australian Journal of Zoology*, 50: 407–414.
- Rohner CA, Pierce SJ, Marshall AD, Weeks SJ, Bennett MB, Richardson AJ. 2013. Trends in sightings and environmental influences on a coastal aggregation of manta rays and whale sharks. *Marine Ecology Progress Series*, 482: 153-168.
- Rowat D, Gore M. 2007. Regional scale horizontal and local scale vertical movements of whale sharks in the Indian Ocean off Seychelles. *Fisheries Research*, 84: 32–40.
- Sequeira AM, Mellin C, Meekan MG, Sims DW, Bradshaw CJ. 2013. Inferred global connectivity of whale shark *Rhincodon typus* populations. *Journal of Fish Biology*, 82(2): 367-389.
- Smith JLB. 1967. Pugnacity of the whale shark, *Rhincodon*. *Copeia*, 237 str.
- Stafford-Deitsch J. 2022. Discover Fishes: *Rhincodon typus*. Dostupno sa: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/rhincodon-typus/>, pristupljeno: svibanj, 2023.
- Stokes D. 2022. How Do Sharks Poop And Pee? Dostupno sa: <https://www.dutchsharksociety.org/do-sharks-poop/>, pristupljeno: svibanj, 2023.

Wilkins LA, Hofmann MH. 2007. The paddlefish rostrum as an electrosensory organ: a novel adaptation for plankton feeding. *Bioscience*, 57(5): 399–407.

Whale Facts 2023. Whale Shark Facts. Dostupno sa: <https://www.whalefacts.org/whale-shark-facts/>, pristupljeno: lipanj, 2023.